

SZEGEDI TUDOMÁNYEGYETEM
TERMÉSZETTUDOMÁNYI ÉS INFORMATIKAI KAR
MIKROBIOLÓGIAI TANSZÉK

DOKTORI ÉRTEKEZÉS TÉZISEI

Termesztett gombák penészkérokozóinak
összehasonlító vizsgálata

Allaga Henrietta

Témavezetők:

Dr. Kredics László, egyetemi docens

Dr. Hatvani Lóránt, tudományos munkatárs



2023

Bevezetés

A gombák ideális vitamin-, fehérje-, ásványianyag- és alacsony zsírtartalmú poliszacharid-források. Egyes fajok élelemként és gyógyhatású szerként is széleskörű felhasználási lehetőségeket kínálnak. Az étkezési célra termesztett gombák különféle táplálkozási- és funkcionális élelmiszer-tulajdonságaik miatt fontos részét képezik az emberi étrendnek. Az *Auricularia* és a *Flammulina* mellett a *Lentinula*, a *Pleurotus* és az *Agaricus* is az öt leggyakrabban termesztett gombanemzetség közé tartozik a 21. században. Becslések szerint a közelmúltban az ehető gombák termesztése éves szinten körülbelül 42 milliárd dollár értéket képviselt világviszonylatban. 2013-ban 4,43 millió tonna termelésével a fehér csiperkegomba (*Agaricus bisporus* J.E. Lange Imbach, 1946) volt a legnagyobb mennyiségben termelt gomba Európában és Észak-Amerikában, a világ teljes gombatermésének pedig mintegy 15%-át adta. A késői laskagomba (*Pleurotus ostreatus* Jacq. P. Kumm. 1871) termesztése az utóbbi években ugrásszerűen megnőtt. Kína a legfontosabb *Pleurotus*-termesztő ország a világon, míg Európában Olaszország, Lengyelország, Hollandia és Magyarország a *P. ostreatus* fő termelői. Amellett, hogy emberi fogyasztásra termesztik, mezőgazdasági és ipari lignocellulóz biokonverziójához is használják, továbbá az ipar és az orvostudomány számára fontos enzimek és metabolitok jelentős forrása. A shiitakegombát (*Lentinula edodes* Berk. Pegler 1976), Kelet-Ázsiában széles körben használják élelmiszerként, és a világ számos országába exportálják. A shiitake, melynek jelenleg mintegy 20 változata ismert, értékes gyógyászati tulajdonságokkal is rendelkezik.

A fent említett gombák termesztésében komoly gondot okoznak különféle penészgombák, melyek közül a legnagyobb károkért világszerte a *Trichoderma* fonalagomba-nemzetség (*Hypocreales*, *Ascomycota*) bizonyos képviselői által okozott, ún. zöldpenész betegség tehető felelőssé. A csiperke, laskagomba és shiitake termesztésében globálisan súlyos termés kiesést eredményezhetnek még a *Hypomyces* és *Lecanicillium* nemzetség egyes tagjai is. Fontos a kártétel megelőzése érdekében a megfelelő védekezési stratégia kiválasztása, mely lehet kémiai, vagy biokontroll-alapú.

Célkitűzések

Mivel a termesztett gombák penészgombák által okozott betegségeivel szembeni hatékony védekezéshez alapvető fontosságú a kórokozók pontos fajszerűtű azonosítása és részletes jellemzése, a dolgozat elkészítéséhez az alábbi célkitűzéseket fogalmaztuk meg:

1. A csiperke-zöldpenész jelenlegi kórokozóinak izolálása, azonosítása és jellemzése
2. Termesztett gombák zöldpenész-betegségét okozó, a *Trichoderma harzianum* fajkomplexumba tartozó izolátumok pontos fajszerűtű azonosítása és részletes jellemzése
3. A termesztett csiperkegomba ismert kórokozóinak (*Trichoderma*, *Hypomyces* és *Lecanicillium* fajok izolátumai) összehasonlító vizsgálata
4. A csiperkegomba kórokozóival szembeni biológiai védekezési célokra felhasználható gombatörzsek izolálása, azonosítása és antagonista képességük vizsgálata

Alkalmazott módszerek

Mikrobiológiai eljárások:

Gombatörzsek izolálása, tenyésztése PDA (burgonyadextróz agar) táptalajon

Gombatörzsek tenyésztése eltérő ökofiziológiai (hőmérséklet, pH, vízaktivitás) körülmények között különböző tápközegeken (PDA - burgonyadextróz agar, MEA - malátakivonatos, ÉG-élesztő-glükóz)

Gombatörzsek vizsgálata különböző fungicidek (prokloráz, metrafenon) és szénforrások (BIOLOG FF lemezekon és Petri-csészén kivitelezett kísérletben) jelenlétében

Gombatörzsek *in vitro* antagonista képességének vizsgálata

Aureobasidium pullulans törzsek illékony komponenseinek patogén penészgombákkal szembeni gátló hatásának vizsgálata

Molekuláris biológiai módszerek:

Izolált gombatörzsek szekvenciaalapú (ITS, *tefl*, *cal1*, *rpb2*) azonosítása molekuláris biológiai módszerekkel

DNS-tisztítás

Polimeráz láncreakció (PCR) technikák

Agaróz gélelektroforézis

Nukleotidszekvenciák elemzése:

Azonosított gombatörzsek ITS, *tef1*, *cal1*, *rpb2* szekvenciáinak bioinformatikai elemzése (Finch TV, NCBI BLAST)

Azonosított gombatörzsek filogenetikai elemzése (RAxML-NG, IQ-TREE)

Eredmények összefoglalása

Munkánk során a gombakórokozó *Trichoderma*, *Lecanicillium* és *Hypomyces* törzseket izoláltunk magyarországi, horvátországi és szerbiai mintákból, és elvégeztük az izolátumok fajsztintú azonosítását. Különböző környezeti tényezők (hőmérséklet, pH, vízaktivitás) hatásának vizsgálata, a törzsek szénforrás-hasznosítási profiljának megállapítása és természet gombákkal szembeni *in vitro* antagonista képességeik felmérése is céljaink között szerepelt. Meghatároztuk a prokloráz és metrafenon különböző gombakártevő penészekre gyakorolt hatását is. Tanulmányoztuk lehetséges biokontroll aktivitással rendelkező *Aureobasidium pullulans* törzsek gombakártevő penészgombákra gyakorolt esetleges gátló hatását.

Szekvenciaalapú fajazonosítással elsőként igazoltuk, hogy Európában megjelent a *Trichoderma aggressivum* amerikai alfaja. Kimutattuk, hogy Magyarországon, Horvátországban és Szerbiában a jelenlegi zöldpenészes fertőzésekért a *T. aggressivum* f. *aggressivum* tehető felelőssé a csiperkegomba termesztésében. A THSC fajkomplexumba tartozó izolátumok között ITS, *tefl*, *call* és *rpb2* szekvenciáik alapján a *T. afroharzianum*, *T. atrobrunneum*, *T. guizhouense*, *T. pollinicola* és *T. simmonsii* fajokat azonosítottuk, mint a gomba-zöldpenész további lehetséges kórokozóit. Fiziológiai vizsgálataink során kimutattuk, hogy a patogének és a természet gomba növekedési optimuma a legtöbb vizsgált paraméter tekintetében megegyezik. Valódi különbség egyetlen esetben mutatkozott: a *Lecanicillium fungicola* var. *fungicola* törzsek a többi izolátummal ellentétben 30 °C-os hőmérsékleten nem voltak képesek növekedésre, aminek lehet jelentősége a száraz mólé elleni védekezésben.

A szénforrás-hasznosítási vizsgálatok során a vegyületek többsége hasznosíthatónak bizonyult a patogén penészgombák számára. Egyes szénforrások, pl. a csersav és vanillin gátló hatást fejtettek ki a micéliumnövekedésre. Az *in vitro* antagonizmus tesztekben a patogén penészek többsége nagymértékben gátolta a természet gombákat. A kórokozók elleni védekezési lehetőségeket célzó vizsgálatok eredményei alapján prokloráz jelenlétében a *Trichoderma* törzsek többsége nem mutat növekedést, míg metrafenon esetében nem tapasztalható nagymértékű növekedésgátlás. A vizsgált *Aureobasidium pullulans* törzsek közül az SZMC 26853 hatékonyan mutatkozott a patogén penészgombák növekedésének visszaszorításában, mely a jövőben biokontroll ágensként alkalmazható lehet.

Legfontosabb eredményeink az alábbi pontokban foglalhatók össze:

- Szekvenciaalapú fajazonosítással elsőként igazoltuk a *T. aggressivum* f. *aggressivum* észak-amerikai zöldpenész-alfaj magyarországi (egyben európai) megjelenését (Hatvani és mtsai., 2017).
- Elsőként mutattuk ki a csiperkekártevőként ismert *T. aggressivum* faj előfordulását laskagomba termesztésében.
- Elsőként dokumentáltuk a *T. decipiens* faj csiperketermesztésben történő kártételét.
- Elsőként közöltük laskagomba-termesztésben a *T. atrobrunneum*, *T. afroharzianum*, *T. simmonsii* és *T. guizhouense*, shiitake termesztésében pedig a *T. atrobrunneum*, *T. pollinicola*, *T. simmonsii* és *T. guizhouense* fajok zöldpenész-kórokozóként történő előfordulását (Allaga és mtsai., 2021).
- A fiziológiai vizsgálatok során megállapítottuk, hogy a legtöbb kártevő penészgomba a termesztett gombák által is preferált hőmérsékleti, pH és vízaktivitási értékeken mutat növekedést.
- Elsőként határoztuk meg *L. fungicola*, *H. odoratus* és *H. perniciosus* fajokba tartozó törzsek szénforráshasznosítási profiljait BIOLOG módszerrel.
- Megállapítottuk, hogy a *T. aggressivum* f. *aggressivum* bizonyos szénforrásokat (N-acetil glükózamin, kinasav, gamma-amino vajsav, D-szorbitol, D-fruktóz) hatékonyabban képes hasznosítani, mint a *T. aggressivum* f. *europaeum*.
- A mikovírus-hordozó és vírussal nem fertőzött *Lecanicillium* törzsek szénforrás-hasznosítási profiljai, valamint ökofiziológiai és fungicidérzékenységi jellemzői között nem találtunk jelentős különbséget.
- Az *in vitro* antagonizmus-vizsgálatok során a legmagasabb agresszivitási index értékeket a csiperkegombával szemben a *T. aggressivum* és *T. harzianum* törzsek, a termesztett shiitake- és laskagombával szemben pedig a *T. pleuroticola*, valamint a THSC fajkomplexumba tartozó izolátumok (*T. pollinicola*, *T. simmonsii*) esetében kaptunk.
- A csiperke termesztésében fertőzéseket okozó patogén penészgombák izolátumai esetében a vizsgált, kereskedelmi gombatermesztésben is alkalmazott prokloráz és metrafenon fungicidek gátló hatását mutattuk ki. A metrafenon fungicid a *H. odoratus* törzsekkel, míg a prokloráz a *H. perniciosus*, *T. aggressivum*, *T. pollinicola*, és *T. harzianum* izolátumokkal szemben mutatkozott hatékonynak.

- Az *Aureobasidium pullulans* törzsekkel végzett biokontroll kísérletek eredményei alapján megállapítottuk, hogy az SZMC 26853 izolátum hatékony lehet a patogén penészgombákkal szembeni védekezésben.

Summary

The global cultivation of champignon of edible mushrooms - oyster mushroom and shiitake - suffers major yield and consequently economic losses due to different pathogenic moulds (various *Trichoderma* and *Hypomyces* species, *Lecanicillium fungicola*). Huge crop losses were reported from many mushroom-producing countries worldwide due to *Trichoderma aggressivum* f. *aggressivum*, *T. aggressivum* f. *europaeum*, *T. pleuroti*, *T. pleuroticola* and certain species of the *T. harzianum* species complex (THSC). *Hypomyces odoratus* also causes major yield losses in the cultivation of champignon (*Agaricus bisporus*) and king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*).

The aim of our work was to isolate pathogenic *Trichoderma*, *Lecanicillium* and *Hypomyces* strains from samples collected from diseased mushroom crops in Hungary, Croatia and Serbia, to identify them to species level, to study the effect of different environmental factors (temperature, pH, water activity) on the isolated strains, to determine the carbon source utilization profile of the isolates and to assess their *in vitro* antagonistic ability against cultivated mushrooms. In the search for possibilities of disease control, the effect of the commercial fungicides prochloraz and metrafenone was determined. The effect of *Aureobasidium pullulans* strains with potential biocontrol activity against mushroom-pathogenic moulds was also studied.

Sequence-based species identification revealed the appearance of the North American subspecies *Trichoderma aggressivum* f. *aggressivum* in European mushroom farms. Our results show that *T. aggressivum* f. *aggressivum* is responsible for the recent green mould infestations in champignon cultivation in Hungary, Croatia and Serbia. The precise species identification of strains belonging to the THSC species complex - based on their ITS, *tefl*, *call* and *rpb2* sequences - indicates that *T. afroharzianum*, *T. atrobrunneum*, *T. guizhouense*, *T. pollinicola* and *T. simmonsii* also have the potential to cause green mould symptoms in the cultivation of different mushrooms. Our physiological studies showed that the ranges supporting the growth of the pathogens and the cultivated mushrooms overlapped in terms of most examined parameters. Substantial difference was observed only in the case of *Lecanicillium fungicola* var. *fungicola* strains, which – in contrast to isolates belonging to other species – were not able to grow at 30 °C.

The vast majority of the examined carbon sources were utilized by the pathogenic moulds however, certain compounds such as tannic acid and vanillin caused remarkable inhibition in mycelial growth. Most of the pathogenic moulds showed to be highly aggressive against the

cultivated mushrooms *in vitro*. According to the results of our studies aimed at the examination of potential disease control measures, prochloraz could block the growth of most *Trichoderma* strains, while no significant growth inhibition was observed in the presence of metrafenone. A strain of *Aureobasidium pullulans* was shown to effectively suppress the growth of pathogenic fungi, suggesting it as a promising biocontrol agent for future applications.

Our most important results are summarized below:

- By sequence-based species identification, we firstly confirmed the appearance of the North American green mould subspecies *T. aggressivum* f. *aggressivum* in Hungary (and Europe) (Hatvani et al., 2017).
- We firstly detected the occurrence of *T. aggressivum*, previously known exclusively as a species pathogenic to champignon, in the cultivation of oyster mushroom.
- We firstly documented damage due to the species *T. decipiens* in champignon cultivation.
- We were the first ones to report the occurrence of *T. atrobrunneum*, *T. afroharzianum*, *T. simmonsii* and *T. guizhouense*, as well as *T. atrobrunneum*, *T. pollinicola*, *T. simmonsii* and *T. guizhouense* as green mould agents in the cultivation of oyster mushroom and shiitake, respectively cultivation (Allaga et al., 2021).
- Our physiological studies have shown that most pathogenic moulds grow optimally at the same temperature, pH and water activity values as the cultivated mushrooms.
- We firstly determined the carbon source utilization profiles of the mould species *L. fungicola*, *H. odoratus* and *H. pernicius* using BIOLOG Phenotype Microarrays.
- We have found that *T. aggressivum* f. *aggressivum* is able to utilize certain carbon sources (N-acetyl glucosamine, quinic acid, gamma-aminobutyric acid, D-sorbitol, D-fructose) more efficiently than *T. aggressivum* f. *europaeum*.
- No significant differences were found between the carbon source utilization profile, ecophysiological characteristics and fungicide susceptibility of mycovirus-containing and mycovirus-free *Lecanicillium* strains.
- The *in vitro* antagonism tests revealed the highest aggressivity index values in the case of *T. aggressivum*, as well as *T. pleuroticola* and strains belonging to the THSC species complex (*T. pollinicola*, *T. simmonsii*) against cultivated *A. bisporus*, as well as *L. edodes* and *P. ostreatus*, respectively.

- The tested commercial fungicides – prochloraz and metrafenone – were shown to efficiently inhibit the growth of pathogenic moulds causing infections in mushroom cultivation. Metrafenone and prochloraz was effective against strains of *H. odoratus*, as well as *H. perniciosus*, *T. aggressivum*, *T. pollinicola* and *T. harzianum*, respectively.
- The results of biocontrol experiments with *A. pullulans* suggest that the isolate SZMC 26853 might be effective in the control of mushroom-pathogenic moulds.

Publikációk:

A fokozatszerzés alapjául szolgáló közlemények:

- Allaga H**, Zhumakayev A, Büchner R, Kocsubé S, Szűcs A, Vágvölgyi Cs, Kredics L, Hatvani L (2021) Members of the *Trichoderma harzianum* species complex with mushroom pathogenic potential. *Agronomy* 11(12): 2434, doi: 10.3390/agronomy11122434, **IF**:3,949
- Allaga H**, Bóka B, Poór P, Nagy VD, Szűcs A, Stankovics I, Takó M, Manczinger L, Vágvölgyi Cs, Kredics L, Körmöczy P (2020) A composite bioinoculant based on the combined application of beneficial bacteria and fungi. *Agronomy* 10(2):220, doi: 10.3390/agronomy10020220, **IF**:3,417
- Hatvani L, Kredics L, **Allaga H**, Manczinger L, Vágvölgyi Cs, Kuti K, Geösel A (2017) First report of *Trichoderma aggressivum* f. *aggressivum* green mold on *Agaricus bisporus* in Europe. *Plant Disease* 101(6): 1052, doi: 10.1094/PDIS-12-16-1783-PDN, **IF**:2,941
- Kredics L, Hatvani L, **Allaga H**, Büchner R, Cai F, Vágvölgyi Cs, Druzhinina IS, Naeimi S. (2022) *Trichoderma* green mould disease of cultivated mushrooms. Chapter 2 in: Druzhinina IS, Dwivedi MK, Sankaranarayanan A, Amaresan N. (szerk) *Advances in Trichoderma Biology for Agricultural Applications*. Cham: Springer International Publishing, pp. 559-606, doi: 10.1007/978-3-030-91650-3_21

A doktori értekezés témájához szorosan kapcsolódó közlemények:

Folyóiratokban megjelent szakcikkek:

- Allaga H**, Zhumakayev A, Büchner R, Kocsubé S, Szűcs A, Vágvölgyi Cs, Kredics L, Hatvani L (2021) Members of the *Trichoderma harzianum* species complex with mushroom pathogenic potential. *Agronomy* 11(12): 2434, doi: 10.3390/agronomy11122434, **IF**:3,949
- Hatvani L, Kredics L, **Allaga H**, Manczinger L, Vágvölgyi Cs, Kuti K, Geösel A (2017) First report of *Trichoderma aggressivum* f. *aggressivum* green mold on *Agaricus bisporus* in Europe. *Plant Disease* 101(6): 1052, doi: 10.1094/PDIS-12-16-1783-PDN, **IF**:2,941
- Kredics L, Hatvani L, **Allaga H**, Büchner R, Cai F, Vágvölgyi Cs, Druzhinina IS, Naeimi S (2022) *Trichoderma* green mould disease of cultivated mushrooms. Chapter 2 in: Druzhinina IS, Dwivedi MK, Sankaranarayanan A, Amaresan N. (szerk) *Advances in Trichoderma Biology for Agricultural Applications*. Cham: Springer International Publishing, pp. 559-606, doi: 10.1007/978-3-030-91650-3_21

Könyvfejezetek:

- Kredics L, Hatvani L, **Allaga H**, Büchner R, Cai F, Vágvölgyi C, Druzhinina IS, Naeimi S (2022) *Trichoderma* green mould disease of cultivated mushrooms. Chapter 2 in: Druzhinina IS, Dwivedi MK, Sankaranarayanan A, Amaresan N. (szerk) *Advances in Trichoderma Biology for Agricultural Applications*. Cham: Springer International Publishing, pp. 559-606.
- Büchner R, Faltum M, Hatvani L, **Allaga H**, Vágvölgyi C, Kredics L (2020) *Hypomyces perniciosus*: A termesztett csiperke „nedves mólé” betegségét okozó penészgomba. In: Kis K, Komarek L, Monostori T (szerk.) *Mezőgazdasági és vidékfejlesztési kutatások a jövő szolgálatában*. Szeged: Magyar Tudományos Akadémia Szegedi Akadémiai Bizottság Mezőgazdasági Szakbizottság, pp. 207-217.

Allaga H, Büchner R, Hatvani L, Szekeres A, Vágvölgyi C, Kredics L, Manczinger L (2019) Adaptation of a plant growth chamber for the experimental cultivation of champignons (*Agaricus bisporus*). In: Škrbić B (szerk.) Proceedings, 21st Danube-Kris-Mures-Tisza (DKMT) Euroregional Conference on Environment and Health. Újvidék: University of Novi Sad, Faculty of Technology, pp. 51-59.

Konferenciaösszefoglaló:

Allaga H. Csiperkegomba-patogén penészgombák szénforrás-hasznosítási profiljának vizsgálata In: Németh, Katalin (szerk.) Tavasz Szél 2019 Konferencia. Nemzetközi Multidiszciplináris Konferencia: Absztraktkötet Budapest, Magyarország: Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ) (2019) 742 p. pp. 170.

Projektkiadvány:

Kredics L, **Allaga H**, Büchner R, Hatvani L, Kocsubé S, Marik T, Szekeres A, Szűcs A, Tyagi C, Varga A, Vágvölgyi C., Bajzát J, Bakos-Barczi N, Csorba M, Kerepesi L, Kiss A, Misz A, Nagy-Köteles C, Csutorás C. (2021) A gombaipari termékpálya ökológiai gazdálkodásra történő átállításának előmozdítása, termésbiztonság fokozása és új, funkcionális gombaalapú élelmiszerek előállítása Szeged, Magyarország: Szegedi Tudományegyetem (SZTE) ISBN: 9789633068137

További publikációk:

Folyóiratokban megjelent szakcikkek:

Bartal A, Huynh T, Kecskeméti A, Vörös M, Kedves O, **Allaga H**, Varga M, Kredics L, Vágvölgyi C, Szekeres A (2023) Identifications of surfactin-type biosurfactants produced by *Bacillus* species isolated from rhizosphere of vegetables. *Molecules* 28(3) 1172, doi:10.3390/molecules28031172, **IF**: 4,927

Büchner R, Vörös M, **Allaga H**, Varga A, Bartal A, Szekeres A, Varga S, Bajzát J, Bakos-Barczi N, Misz A, Csutorás Cs, Hatvani L, Vágvölgyi Cs, Kredics L (2022) Selection and characterization of a *Bacillus* strain for potential application in industrial production of white button mushroom (*Agaricus bisporus*) *Agronomy* 12(2):467, doi: 10.3390/agronomy12020467, **IF**: 3,949

Tischner Zs, Sebők R, Kredics L, **Allaga H**, Vargha M, Sebestyén Á, Dobolyi Cs, Kriszt B, Magyar D (2021) Mycological investigation of bottled water dispensers in healthcare facilities *Pathogens* 10(7):871, doi: 10.3390/pathogens10070871, **IF**: 4,531

Zervas A, Aggerbeck MR, **Allaga H**, Güzel M, Hendriks M, Jonuškienė I, Kedves O, Kupeli A, Lamovšek J, Mülner P, Munday D, Namli S, Samut H, Tomičić R, Tomičić Z, Yeni F, Zghal RD, Zhao X, Sanchis-Borja V, Hendriksen NB (2020) Identification and characterization of 33 *Bacillus cereus sensu lato* isolates from agricultural fields from eleven widely distributed countries by whole genome sequencing. *Microorganisms* 8(12): 2028, doi: 10.3390/microorganisms8122028, **IF**: 4,926

Kredics L, Chen LQ, Kedves O, Büchner R, Hatvani L, **Allaga H**, Nagy VD, Khaled JM, Alharbi NS, Vágvölgyi C (2018) Molecular tools for monitoring *Trichoderma* in agricultural environments. *Frontiers in Microbiology* 9: 1599, doi: 10.3389/fmicb.2018.01599 **IF**: 4,259

Konferenciaösszefoglalók:

- Allaga H**, Varga A, Marik T, Csutorás Cs, Hatvani L, Kredics L, Vágvolgyi Cs. Recycling of spent mushroom compost after microbiological pre-treatment in champignon cultivation In: Allaga, H.; Balázs, DK; Jáger, Olivér; Kovács, Terézia; Nagy, Viktor Dávid (szerk.) Természettudományok helyzete hazánkban: egyetemtől a munkaerőpiacig workshop: absztraktfüzet Baja, Magyarország: Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ) (2022) pp. 11-13.
- Allaga H** (Szerkesztő), Balázs DK (Szerkesztő), Olivér J (Szerkesztő), Kovács T (Szerkesztő), Nagy VD (Szerkesztő) Természettudományok helyzete hazánkban: egyetemtől a munkaerőpiacig workshop: absztraktfüzet Baja, Magyarország: Doktoranduszok Országos Szövetsége (DOSZ) (2022) ISBN: 9786158205436
- Allaga H**, Horkics D, Bordé Á, Kovács T, Csutorás Cs, Bajzát J, Bakos-Barczi N, Sándorné Szőke A, Lukács LL, Misz A, Vágvolgyi Cs, Kredics L Bioeffector potential of *Bacillus* strains isolated from recomposting spent mushroom compost In: A Magyar Mikrobiológiai Társaság 2022. évi Nagygyűlése és a XV. Fermentációs Kollokvium: Absztraktfüzet (2022) 54 pp. 3
- Allaga H**, Csutorás Cs, Bajzát J, Bakos-Barczi N, Misz A, Hatvani L, Kredics L, Vágvolgyi Cs Optimization and monitoring of the use of spent mushroom compost as a casing layer for mushroom cultivation In: FEMS Conference on Microbiology in association with Serbian Society of Microbiology Belgrád, Szerbia: Serbian Society of Microbiology (2022) 975 p. 627
- Allaga H**, Csutorás Cs, Bajzát J, Bakos-Barczi N, Nagy-Köteles Cs, Hatvani L, Kredics L, Vágvolgyi Cs. Agricultural recycling of spent mushroom compost after microbiological treatment In: Kiss, Orsolya (szerk.) 18th Wellmann International Scientific Conference: Book of Abstracts Hódmezővásárhely, Magyarország: University of Szeged Faculty of Agriculture (2021) 84 pp. 14.
- Csutorás Cs, Bakos-Barczi N, Nagy-Köteles Cs, Bajzát J, Misz A, Fónad I, Rácz L, **Allaga H**, Kredics L, Szekeres A, Vágvolgyi Cs. Virágföldék és gombatermesztésben alkalmazott takaróanyagok előállítása letermett gombakomposzt rekompasztálásával In: Tóth, Csilla (szerk.) Óshonos- És Tájfajták – Ökotermékek – Egészséges Táplálkozás – Vidékfejlesztés Minőségi élelmiszerek – Egészséges környezet – Fenntartható vidéki gazdálkodás: Az agrártudományok és a vidékfejlesztés kihívásai a XXI. században Nyíregyháza, Magyarország: Nyíregyházi Egyetem, Műszaki és Agrártudományi Intézet (2021) pp. 63-73.
- Allaga H**, Csutorás Cs, Bajzát J, Bakos-Barczi N, Nagy-Köteles Cs, Hatvani L, Kredics L, Vágvolgyi Cs. Agricultural recycling of spent mushroom compost after microbiological treatment In: Kiss, Orsolya (szerk.) 18th Wellmann International Scientific Conference: Book of Abstracts Hódmezővásárhely, Magyarország: University of Szeged Faculty of Agriculture (2021) 84 pp. 14.
- Bordé Á, **Allaga H**, Monostori T, Vágvolgyi Cs. Epifita és endofita gomba- és baktériumtörzsek izolálása egy levélen keresztül ható lombkezelő készítmény kifejlesztése céljából In: Hampel, G, Kis K, Monostori T (szerk.) Mezőgazdasági és vidékfejlesztési kutatások a jövő szolgálatában 2.: Tudomány: iránytű az élhető jövőhöz Szeged, Magyarország: Magyar

Tudományos Akadémia Szegedi Akadémiai Bizottság Mezőgazdasági Szakbizottság (2021) pp. 11-23.

Kiss N, Volford B, **Allaga H**, Homa M, Kocsubé S, Vágvolgyi Cs. Characterization of a *Sporendonema casei* isolate, a rare fungal contaminant of cheese. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* (2021) 68(S1): 81.

Bordé Á, **Allaga H**, Monostori T, Vágvolgyi Cs. Isolation and identification of epiphytic and endophytic fungal and bacterial strains from sweet potato plants for the development of foliar fertilizer. In: Kiss O (szerk.) 18th Wellmann International Scientific Conference: Book of Abstracts Hódmezővásárhely, Magyarország: University of Szeged Faculty of Agriculture (2021) p. 21.

Tischner Zs, Sebők R, Kredics L, **Allaga H**, Vargha M, Sebestyén Á, Dobolyi C, Kriszt B, Magyar D Ballonos vízadagolók vízminőségének mikrobiológia vizsgálata egészségügyi intézményekben *Egészségtudomány* (2021) 65: 12.

Papp DA, Kovács T, Varga A, **Allaga H**, Vörös M, Szekeres A, Hamari Zs, Vágvolgyi Cs, Varga M Screening antagonistic effect of fluorescent Pseudomonads against *Aspergillus flavus*. *Acta Microbiologica et Immunologica Hungarica* (2021) 68(S1): 103-104.

Vágvolgyi Cs, Bóka B, Sipos Gy, Jakab J, Imre V, Marik T, Kedves O, Chen L, **Allaga H**, Nagy VD, Khaled JM, Alharbi NS, Kredics L Screening of rhizomorph-associated soil samples for potential biocontrol agents against forest-damaging *Armillaria* species In: 19th DKMT Euroregional Conference on Environment and Health: Program and Abstracts Szeged, Magyarország: University of Szeged, Faculty of Medicine (2017) p. 55.

Bóka B, Sipos G, Marik T, Jakab J, Imre V, Chen L, Kedves O, Nagy VD, **Allaga H**, Kredics L, Vágvolgyi C. Rhizomorph-associated microbiome as a potential source of biocontrol agents against *Armillaria* root rot. In: Kriiska K, Rosenvald K, Meitern A, Ostonen I (szerk.) *Woody Root 7: 7th International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants* Tartu, Észtország: University of Tartu, (2017) p. 86.

Kumulatív impakt faktor: 32,899

MTMT azonosító: 10060681

Társszerzői nyilatkozat

Kijelentem, hogy Allaga Henrietta szerepe meghatározó volt az

Allaga H, Zhumakayev A, Büchner R, Kocsubé S, Szűcs A, Vágvölgyi Cs, Kredics L, Hatvani L (2021) Members of the *Trichoderma harzianum* species complex with mushroom pathogenic potential. Agronomy 11(12): 2434, doi: 10.3390/agronomy11122434

és

Hatvani L, Kredics L, **Allaga H**, Manczinger L, Vágvölgyi C, Kuti K, Geösel A (2017) First report of *Trichoderma aggressivum* f. *aggressivum* green mold on *Agaricus bisporus* in Europe. Plant Dis 101:1052, doi: 10.1093/femsle/fnz246

címmel megjelent közleményekben, így az értekezésben és a publikációkban közölt eredményeket tudományos fokozat (Ph.D.) megszerzésére nem használtuk fel és ezt a jövőben sem fogjuk tenni.

Szeged, 2023. 01. 29.

Prof. Dr. Vágvölgyi Csaba

Tanszékvezető

Dr. Kredics László

Témavezető



Dr. Hatvani Lóránt

Témavezető